



エネルギー効率に優れた
パワーエレクトロニクスに向けた
SiC 活用のヒント

エネルギー効率の優れたパワーエレクトロニクスに向けた SiC 活用のヒント

はじめに

新しいパワーエレクトロニクス製品を設計する際の目標は、年々厳しくなっています。目標リストの上位にあるのが高効率ですが、電力増加も達成項目の1つであり、同時にサイズの小型化とコスト削減も求められています。これらの目標を満たすソリューションがSiC MOSFETです。以下のヒントは、ソーラー発電システム、エネルギー貯蔵システム、EV充電ステーションなどの応用分野で、SiC半導体をベースとするスイッチング電源を製作する際に役立ちます。

SiCを選択する理由

スイッチモード設計でパワー半導体の選択肢としてSiCの採用を正当化するために、以下の顕著な特性を考慮してください。SiCデバイスは、標準MOSFETやスーパージャンクションMOSFET、さらにIGBTと比べても、より高い電圧、周波数、温度で動作することができます。SiC製品は他のデバイスに比べて、電力損失の大部分を大幅に削減できるので、ほとんどのアプリケーションで90%を上回る効率を達成できます。当初、SiCデバイスは他のMOSFETやIGBTより高価でした。今日、SiC製品の価格はかなり低下しているので、SiCは魅力的な代替品となってきています。

SiCとGaNの比較

SiCおよびGaNの両デバイスは、ワイドバンドギャップ(WBG)デバイスカテゴリに分類され、従来型のSi MOSFETを着実に置き換えています。これらの製品はかなり高い周波数で動作できるので、GaNデバイスはRFパワーアプリケーションで幅広く使用されています。SiCデバイスは一般的に、GaNデバイスより高い電圧、電流、電力に耐えることができます。これらのスイッチは、より高速かつ効率的にスイッチングするので、スイッチモード電源アプリケーションに最適です。また、SiC MOSFETはボディダイオードも内蔵しています。

性能の考察

SiCの顕著な特長は、熱伝導特性がSiやGaNの3倍以上であることです。SiCベースの製品は、より高い温度の+175°Cで動作するのに対し、導通損失は温度範囲全体で比較的平坦なままです。もう1つの性能要因は、RDSonが非常に小さく15mオーム (Ω) またはそれ以下の領域に収まることです。動作電圧が高い場合でも、この仕様を満たすことができます。その結果、電力損失が大幅に低下し効率が向上します。

新しいパワーエレクトロニクス製品を設計する際の目標は、年々厳しくなっています。目標リストの上位にあるのが高効率ですが、電力増加も達成項目の1つであり、同時にサイズの小型化とコスト削減も求められています。これらの目標を満たすソリューションがSiC MOSFETです。以下のヒントは、ソーラー発電システム、エネルギー貯蔵システム、EV充電ステーションなどの応用分野で、SiC半導体をベースとするスイッチング電源を製作する際に役立ちます。

トポロジの選択

標準的なハーフブリッジ回路とフルブリッジ回路に加えて、SiCデバイスとの組み合わせで別の2種類のトポロジも広く採用されています。それらは双方向コンバータとVienna整流器です。双方向コンバータの構成は本質的には昇降圧型DC/DCコンバータであり、2種類の異なる電圧バス間で必要に応じて電力を交換する目的で構成できます。この配置は、EVやマイルドハイブリッドEVのように2種類のバッテリーバスを搭載している自動車に最適です。この2種類のバスは、理想的には充電目的で相互に電力を引き出すことができます。双方向コンバータを実装したICも入手可能です。

導入例が増えているもう1つのトポロジがVienna整流器です。これは3相、3レベルPWM制御ブリッジ整流器です。主要なアプリケーションは大電力AC/DC電源での力率補正(PFC)です。

電圧および電流ニーズの確認

現在のアプリケーションの90%以上において、IGBTをSiCデバイスに置き換えることが可能です。今日、IGBTを採用した新規設計があるとしてもごく少数です。IGBTは最大約1,900 Vの高電圧に耐えることができますが、スイッチング動作は低速です。SiCデバイスは、このような高電圧と大電流レベルを扱うことができるうえ、スイッチング動作は非常に高速です。SiCトランジスタは、最大1,800 Vの上限電圧に対応した製品が入手できるので、IGBTの最適な置換デバイスになります。SiC製品は高周波数でスイッチング可能なので、性能向上と効率向上を実現できるだけでなく、パッケージの小型化も達成できます。

ゲートドライバに関する注意事項

SiCトランジスタは、他のMOSFETより高いゲートドライブ電圧を必要とします。代表的なSiCトランジスタはゲートのターンオンに15~20 V、ターンオフに-3~-5 Vの電圧が必要です。ただし、ほとんどのSiCベンダは特殊なゲートドライバICを使用してこのニーズに対処しているため、SiCデバイスを使用した設計が容易になっています。

入手可能なモジュールの使用

モジュールとは、事前に配線された完成済みMOSFET回路で、サイズと熱的性能を最適化したパッケージに封止されています。一例が3相モータを駆動するように設計された3相ブリッジモジュールです。他の構成は、DC/DCコンバータまたは3相整流器を製作する目的で接続済みです。各モジュールでは、SiC MOSFETとSiCダイオードの両方が統合され、導通損失とスイッチング損失が低減されています。この配置により、パワー製品で高い効率と優れた信頼性を実現できます。

モジュールにはサーミスタのような温度センサが搭載されており、発熱レベルを監視する手段を提供するほか、ある種の回路保護機能または温度制御機能も提供しています。モジュールを使用すると設計期間が大幅に短縮され、パッケージの小型化も可能になります。新規設計の場合、望ましい目標は90%をモジュールに、10%を他のディスクリートコンポーネントにすることです。

信頼できるサプライヤを見つける

SiCトランジスタやSiC回路のような高度なデバイスを使用する場合、製品を供給できるだけでなく設計ソリューション、情報、サポートも提供可能な供給元を見つけることが大切です。オンセミは、半導体デバイス全般においてフルサービスを提供し、完全なエンドツーエンドサプライチェーンを保有するサプライヤです。お客様のご要望に幅広くお応えします。

onsemi, Onsemi, and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "onsemi" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. onsemi owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of onsemi's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. onsemi reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as-is" and onsemi makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does onsemi assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using onsemi products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by onsemi. "Typical" parameters which may be provided in onsemi data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. onsemi does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. onsemi products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use onsemi products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold onsemi and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that onsemi was negligent regarding the design or manufacture of the part. onsemi is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:
Email Requests to: orderlit@onsemi.com

onsemi Website: www.onsemi.com

TECHNICAL SUPPORT
North American Technical Support:
Voice Mail: 1 800-282-9855 Toll Free USA/Canada
Phone: 011 421 33 790 2910

Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 00421 33 790 2910
For additional information, please contact your local Sales Representative